

(51)Int. Cl. ⁴	国際記号	JP内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B	6/26		G 0 2 B	6/26
	6/00	3 0 1		6/00
	6/24			6/24
	6/42			6/42

請求項の数 3

(全 7 頁)

(1)出願番号	特願平 3 - 2 2 1 6 1
(22)出願日	平成3年(1991)2月15日
(65)公開番号	特開平 4 - 2 6 0 0 7
(43)公開日	平成4年(1992)9月16日
前出特許	

(73)特許権者	000004226
	日本電信電話株式会社
	東京都新宿区西新宿三丁目19番2号
(72)発明者	花房 廣明
	東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本
	電信電話株式会社内
(72)発明者	山田 裕朗
	東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本
	電信電話株式会社内
(72)発明者	野田 啓一
	東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本
	電信電話株式会社内
(74)代理人	非理士 澤井 敬史
審査官	大淵 純正
(56)参考文献	特開 平2-266307 (J P, A)

(54) (発明の名称) 光ファイバのモードフィールド径拡大装置

(57) (特許請求の範囲)

【請求項1】 コアとクラッドからなる石英系光ファイバを局所的に加熱し、上記コア及びクラッドのいずれかに添加されているドーパントを熱拡散させて光ファイバのモードフィールド径を拡大させる光ファイバのモードフィールド径拡大装置であって、モードフィールド径を拡大したい区間の被覆が除去された光ファイバに張力を印加して該光ファイバを真っ直ぐに伸ばしてなる張力印加手段と、

この真っ直ぐに伸ばされた光ファイバを真っ直ぐに伸ばした状態で固定してなる光ファイバ固定手段と、

上記光ファイバの被覆除去部のモードフィールド径を拡大させる部分に、光ファイバの固定軸方向と直交する方向に該光ファイバを介して石英系に加熱して形成されるその円径が1mm以下で、プロパゲーションと直交するに上

2

る同一寸法の二本のマイクロロバーナからなる光ファイバの加熱手段と

この二本のマイクロロバーナに対して等しい流量のガスを供給するガス流量制御手段と、

上記二本のマイクロロバーナを光ファイバに対して対称な位置に保った状態で光ファイバの固定軸方向と平行方向あるいは固定軸方向と直交する方向に走査するバーナ走査機構とを具備してなり、

光ファイバの加熱温度が1300℃〜1800℃であることを特徴とする光ファイバのモードフィールド径拡大装置。

【請求項2】 請求項1記載の光ファイバのモードフィールド径拡大装置において、光ファイバ加熱手段が、光ファイバの固定軸方向と直交する面内の等距離に点対称に配置された同一寸法の偶数

3

本のマイクロバーナと、偶数本のマイクロバーナに等しい流量のガスを供給するガス流量制御手段と、この偶数本のマイクロバーナを光ファイバに対して点対称な位置に保ったまま光ファイバの固定軸方向と平行方向あるいは固定軸方向と直交する方向に走査するバーナ走査機構とを具備してなることを特徴とする光ファイバのモードフィールド径拡大装置。

【請求項3】 請求項1記載の光ファイバのモードフィールド径拡大装置において、

光ファイバの加熱手段が、同一平面上に平行に並べて固定された複数本の光ファイバの固定平面の両側の等距離に方向して配置され、且つ光ファイバの固定軸方向と直交する方向に並べられている同一寸法の複数組のマイクロバーナと、複数組のマイクロバーナに等しい流量のガスを供給するガス流量制御手段と、複数組のマイクロバーナを光ファイバ固定平面に対して対称な位置に保ったまま光ファイバの固定軸方向と平行方向あるいは固定軸方向と直交する方向に走査するバーナ走査機構とを具備してなることを特徴とする光ファイバのモードフィールド径拡大装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は石英系光ファイバの低損失接続あるいは低コスト接続を実現する光ファイバのモードフィールド径拡大方法及びその装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般に光ファイバの接続損失を低減させるため、あるいは光ファイバを簡単に接続できるようにして接続コストを下げるため、光ファイバのモードフィールド径を拡大する方法が種々提案されている。

【0003】 その中の一つに、光ファイバを構成するコア及びクラッドに例えばGe, F等のドーパントを添加し、該ドーパントを熱拡散させることによりコアの屈折率を高くしたり、クラッドの屈折率を低くしたりする方法がある。

【0004】 上記ドーパントを添加する一例としてクラッドにドーパントとしてFが添加された光ファイバの例は、J.S. Harper, C.P. Botham and S. Hornung: "Tape in single-mode optical fiber by controlled core diffusion", Electron. Lett., Vol. 24, No. 4, p. 245-246(1988), およびC.P. Botham and J.S. Harper: "Design of adiabatic tapers produced by controlled core diffusion", Electron. Lett., Vol. 25, No. 22, pp. 1520-1522(1989)に記載されている。この方法は、光ファイバを石英ガラス管に挿入し、石英ガラス管の外側から水素/酸素ガスバーナーで加熱することによってモードフィールド径拡大光ファイバを製作するもので、加熱温度は1000℃〜1300℃、モードフィールド径拡大に必要な加熱時間は数十分〜数

(2)

4

特許 2 6 9 3 6 4 9

分であり、光ファイバの加熱区間の長さは35mmである。

【0005】 一方、コアにドーパントとしてGeが添加された光ファイバの一例としては、S. Kawakami, K. Shiraishi and Y. Aizawa: "A method to realize fiber-embedded optical devices", Tech. Digest OEC'88, pp. 172-173(1988), およびK. Shiraishi and S. Kawakami: "Beam expanding fiber for embedding optical devices", Tech. Digest IOC'89, pp. 58-59(1989)に記載されている。こちらは光ファイバを石英ガラス管に挿入したのち、S i C電気をを用いて1200℃〜1400℃の温度で加熱している。この方法はFに比べてGeの拡散係数が小さいため、モードフィールド径拡大に必要な加熱時間は30時間〜5時間と長く、また光ファイバの加熱区間の長さは約200mmである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら前述した従来技術におけるモードフィールド径拡大に必要な最短加熱時間は、F添加光ファイバの場合には数分と短いが、Ge添加光ファイバの場合には5時間と長く、製造コストの面から実用化は難しいという問題がある。

【0007】 一方、加熱温度を高くすればモードフィールド径拡大時間を短くできるが、1600℃以上の高温加熱が可能な電気炉としてカーボン炉や誘導加熱炉を用いる場合、操作に手間がかかるためモードフィールド径拡大光ファイバの低コスト作製には適していない。また水素/酸素やプロパン/酸素等のガスバーナーは簡便な高温加熱手段であるが、従来技術では炭の圧力によって光ファイバが曲がらないように石英ガラス管の外側から間接加熱を行う必要があり、そのため光ファイバの加熱温度はそれほど高くない。

【0008】 つぎに従来技術における光ファイバ最短加熱区間長は、ガスバーナーによる間接加熱の場合では35mmである。一般に光ファイバ接続あるいは光素子/光ファイバ結合の際に光ファイバを固定するためを用いる光コネクタ用フェルールの長さは10mmであるため、従来技術で作製したコア拡大光ファイバを用いると光ファイバ接続部の寸法が長くなるという欠点がある。

【0009】 本発明は以上述べた問題点に鑑み、モードフィールド径の拡大した光ファイバを短時間で作製でき、しかも光ファイバの加熱区間長を短くできる光ファイバのモードフィールド径拡大方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】 前記目的を達成する本発明に係る光ファイバのモードフィールド径拡大装置の構成は、コアとクラッドとからなる石英系光ファイバを局所的に加熱し、上記コア及びクラッドのいずれかに添加されているドーパントを熱拡散させて光ファイバのモー

説明する。

【0014】実施例1

図1は第一の実施例に係る光ファイバのモードファイバ径の拡大装置、図2はその平面図を示す。これらの図面に示すように、基台11にはモードファイバ径を拡大したい区間の敷設を除去した光ファイバ12を固定する光ファイバ固定台13a~13cが同一軸上に配設されていると共に、これらの光ファイバ固定台13a~13cと同一軸上に光ファイバ12を固定しつつ軸方向に移動自在な可動式光ファイバ固定台14が移動自在に設けられている。

【0015】この可動式光ファイバ固定台14には、ワイヤ15を介して分割16が接続されており、滑車17によって軸直方向へ該分割16を動かすことによって、一端を光ファイバ固定台13aに固定した光ファイバ12に張力を印加し、真っ直ぐに伸ばすようにしている。【0016】その後、この真っ直ぐに伸ばされた状態の光ファイバ12を光ファイバ固定台13b, 13cに固定することによって、光ファイバ12に張力をかけて水一直線上に緊張するようにしている。

【0017】また、一方、光ファイバ12の敷設除去部12aのモードファイバ径を拡大したい部分には、同一寸法のマイクロバナー18A, 18Bが光ファイバ12の固定軸方向と直交する方向で且つ該光ファイバ12を介して等距離間隔を有して対向するように配設されている。上記マイクロバナーはその口径が1mm以下のものが好ましく、本実施例においては口径0.3mmのものを使用した。

【0018】このマイクロバナー18A, 18Bには、プロパンガスボンベ(尚、プロパンガスの代わりに水素ガスをを用いてもよい)19及び酸素ボンベ20からのガスが各々配管21, 22を介して供給されている。尚、これら2種類のガスの供給は各々ガス流量制御器23, 24が配管21, 22中に介装されており、一定量のガスを常に安定して供給するようにしている。

【0019】また、上記マイクロバナー18A, 18Bには光ファイバ12の固定軸方向と平行する方向及び直交する方向に走査する図示しないバーナ走査機構が設けられており、光ファイバ12に対して対称な位置を保ったまま光ファイバ12の固定方向と平行方向あるいは直交する方向に走査されるようになっていて、

【0020】上記構成の装置を用いて光ファイバ12のモードファイバ径の拡大を図る手順を次に説明する。

【0021】本実施例の装置を用いてコア拡大光ファイバを作製するには、まず、モードファイバ径の拡大したい区間の近傍の敷設を除去した光ファイバ12の両端を固定台13aと可動式固定台14に固定し、分割16の力で可動式固定台14を図中左方向へ動かして光ファイバ12を真っ直ぐに伸ばす。さらに敷設除去部12aの近傍を固定台13bと13cとで固定したのち、敷設

除去部12aをマイクロバナー18A, 18Bで加熱し、光ファイバ12中の添加剤を熱拡散させてモードファイバ径を拡大する。

【0022】この第一の実施例装置には加熱中の光ファイバの変形を防ぐため、以下の工夫がなされている。①分割16の重さが光ファイバ1本あたり10g~30gである。本実施例では10gとした。②固定台13bと13cの間隔Dが100mm以下である。本実施例ではD=30mmとした。③マイクロバナー18A, 18Bのガス流量が等しく、光ファイバ12に加わる炭の圧力が相殺されている。そのために配管21, 22中には4台のガス流量制御器22, 22, 23, 23が設けられている。④その他に図1と図2の説明のところで述べたように、4台の光ファイバ固定台13a~13c及び14が一直線上に配置され、また同一寸法の2本のマイクロバナー18A, 18Bが光ファイバ12に対して対称に配置されている。上記の工夫により光ファイバ12を変形させずに本実施例では1700℃まで加熱できるようにした。

【0023】本実施例の装置を用いてバーナントとしてGeを添加したGe添加光ファイバAとBを1700℃で加熱したときのモードファイバ径拡大の様子を図4に示す。本実施例においては2本の対称析差Δの異なるGe添加光ファイバ12A(Δ=0.3%), 12B(Δ=2.3%)を用いて実施した。その結果、5分~10分の加熱で光ファイバのモードファイバ径が初期の5μm~10μmから20μm以上に拡大することを確認した。また光ファイバの対称析差Δが高い光ファイバ12Bほどモードファイバ径の拡大速度が速いことも判った。なお加熱温度のモニターは光ファイバと平行に張った白金ロジウム熱電対を用いて行った。

【0024】次に、バーナントとしてFを添加したF添加光ファイバ12C(Δ=0.3%)を用いて第一の実施例装置を用いて加熱したときのモードファイバ径拡大の様子を図6に示す。前述したGe添加光ファイバのような温度(1700℃)では加熱温度が高すぎるので、マイクロバナー18A, 18Bの距離とガス流量を調節して1300℃で加熱した。モードファイバ径を初期の10μmから20μm以上に拡大するために必要な加熱時間は約7分である。この面は、従来の技術のところで紹介した、水素/酸素ガスバーナーによる間接加熱のときのデータとほぼ一致する。

【0025】つぎに本実施例の装置で作製したモードファイバ径の拡大光ファイバの長さ方向におけるモードファイバ径の分布を図5に示す。モードファイバ径の拡大区間の長さはマイクロバナー18A, 18Bを固定して加熱した場合には5mmであり、マイクロバナー18A, 18Bを光ファイバ12と平行に走査しながら加熱する場合には加熱区間長さdを任意に長くできることが判る。尚、図5中実線はバーナを固定した場合のモード

ファイバ径の分布を示し、点線はバーナを固定点を中心に図2中左右に1.5mmづつ走査した場合のモードファイバ径の分布を示した。

【0026】図4と図5の結果から明らかなように、本発明のモードファイバ径の拡大光ファイバ作製装置を用いることによってGe添加光ファイバのモードファイバ径の拡大時間を従来の数十分の1に短縮でき、また加熱区間長さdとして最短5mmを実現できる(図3参照)。以上の結果より加熱区間長さdは5~10mmとするのが、光ファイバのモードファイバ径をなめらかに拡大することができるので好ましい。

【0027】実施例2

図7は本発明のモードファイバ径の拡大光ファイバ作製装置の第二の実施例の光ファイバ加熱手段だけを光ファイバの固定方向と平行な方向から見た図である。尚、他の構成は第一の実施例と同様なのでその説明は省略する。同図中、12は光ファイバ、28A, 28B, 28C, 28Dは同一寸法のマイクロバナーである。この4本のマイクロバナー(口径: 0.3mm)28A~28Dは光ファイバ12の固定方向と直交する面内の等距離に点対称に配置されており、光ファイバ12に対して対称な位置を保ったまま光ファイバ12の固定方向と平行方向あるいは直角方向に走査することができ。

【0028】図2に示す本発明のモードファイバ径拡大光ファイバ作製装置の第一の実施例の中の2本のマイクロバナー18A, 18Bの代わりに図7の4本のマイクロバナー28A~28Dを用い、4本のマイクロバナー28A~28Dの炭の圧力が相殺されるようにガス流量を制御することによって、光ファイバ12を変形させずに加熱できる最高温度は1800℃に達した。

【0029】モードファイバ径が異なるGe添加光ファイバ12D(モードファイバ径4.5μm; Δ1.8%), 12E(モードファイバ径7.8μm; Δ0.8%)を融着接続したのち、第二の実施例装置を用いて融着接続部を加熱したときの接続損失の変化を図8に示す。同図に示すように、モードファイバ径が異なるために1dB以上あった損失が、数分の加熱で0.1dB以下に低減することが判る。これは加熱によって融着接続部の2本のGe添加光ファイバ12D, 12Eのモードファイバ径が拡大し、その差が小さくなったためである。図8の結果から明らかなように、本発明のモードファイバ径拡大光ファイバ作製装置は融着接続後の光ファイバにも使用でき、数分という短時間加熱で接続損失を大幅に低減することができる。

【0030】実施例3

図9は本発明のモードファイバ径の拡大光ファイバ作製装置の第三の実施例の光ファイバ加熱手段だけを光ファイバの固定方向と平行な方向から見た図である。尚、その他の構成は第一の実施例装置と同様なのでその説明は省略する。同図中22A~22Lは一平面上に平行に

モードファイバ径を拡大させる光ファイバのモードファイバ径拡大装置であって、モードファイバ径を拡大したい区間の敷設が除去された光ファイバに張力を印加して該光ファイバを真っ直ぐに伸ばしてなる張力付加熱手段と、この真っ直ぐに伸ばされた光ファイバを真っ直ぐに伸ばした状態で固定してなる光ファイバ固定手段と、上記光ファイバの敷設除去部のモードファイバ径を拡大させる部分を光ファイバが変形することなく直接加熱してなる光ファイバ加熱手段とを具備する光ファイバのモードファイバ径拡大装置において、上記光ファイバ加熱手段が、光ファイバの固定軸方向と直交する方向に該光ファイバを介して等距離に對向して配設された同一寸法に対して等しい流量のガスを供給するガス流量制御手段と、上記二本のマイクロバナーと、この二本のマイクロバナーに対して等しい張力の張力主のマイクロバナーと、該張力のマイクロバナーに等しい流量のガスを供給するガス流量制御手段と、この張力主のマイクロバナーを光ファイバに対して点対称な位置に保ったまま光ファイバの固定軸方向と平行方向あるいは固定軸方向と直交する方向に走査するバーナ走査機構とを具備してなることを特徴とする。

【0011】また、上記光ファイバのモードファイバ径拡大装置において、上記光ファイバ加熱手段が、光ファイバの固定軸方向と直交する面内の等距離に点対称に配設された同一寸法の張力主のマイクロバナーと、該張力のマイクロバナーに等しい流量のガスを供給するガス流量制御手段と、この張力主のマイクロバナーを光ファイバに対して点対称な位置に保ったまま光ファイバの固定軸方向と平行方向あるいは固定軸方向と直交する方向に走査するバーナ走査機構とを具備してなるようにしてよい。さらに、上記光ファイバのモードファイバ径拡大装置において、上記光ファイバ加熱手段が、同一平面上に平行に並べて固定された複数本の光ファイバの固定平面の間の等距離に對向して配設され、且つ光ファイバの固定軸方向と直交する方向に並べられている同一寸法の複数組のマイクロバナーと、該複数組のマイクロバナーに等しい流量のガスを供給するガス流量制御手段と、該複数組のマイクロバナーを光ファイバ固定平面に対して対称な位置に保ったまま光ファイバの固定軸方向と平行方向あるいは固定軸方向と直交する方向に走査するバーナ走査機構とを具備してなるようにしてよい。

【0012】【作用】上記構成において、石英系光ファイバのモードファイバ径を拡大したい部分の敷設を除去した後、該光ファイバの少なくとも該敷設除去部を真っ直ぐに伸ばした状態で固定し、マイクロバナーの炭の圧力が相殺されるよう隣面しながら敷設除去部を加熱中に該光ファイバが伸びたり曲がりたりしないように加熱し、コア又はクラッドに添加されているドーパントを熱拡散によって拡散させ、該光ファイバのモードファイバ径の拡大をする。

【0013】

【実施例】以下本発明の好適な実施例を図面を参照して



並べて固定されている12本の光ファイバ、38A~38C、39A~39Cは同一寸法(口径3mm)のファイクロバーナである。ファイクロバーナ38A~Cと39A~Cは光ファイバ22の固定平面の両側の等距離に外向して配置され、かつ光ファイバ22の固定方向と直角方向に並べられている。またファイクロバーナ38A~Cと39A~Cは光ファイバ22の固定平面に対して対称な位置を保ったまま光ファイバ22の固定方向と平行方向あるいは直角方向に固定することができる。

(0031) 図2に示す本発明のモードフィールド径拡大光ファイバ作製装置の第一の実施例の中の封入する1本のファイクロバーナ18A、18Bの代わりに図9の封入する複数本のファイクロバーナ38A~38C、39A、39Cを用いることによって、モードフィールド径拡大光ファイバを同時に複数本作製することができる。

. {0032}

【発明の効果】以上実施例と共に詳細に説明したように、本発明によればソーラール灯筐の拡大光ファイバを容易に且つ実用的なコストで作製できるようになるので、光ファイバ線や光部品モジュールの作製コストが大幅に低減し、よって経済的な光加入者系システムを實現できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

(図1) 本発明の第一の実施例に係る光ファイバのモードファイバ径拡大装置の正面図である。

(図2) 図1の平面図である。

(図3) 図2の要部拡大図である。

(図4) 第一の実施例装置を用いてGe添加光ファイバを加熱したときのモードフィールド径拡大の様子を示すグラフである。

(図5) 第一の実施例装置で作製したGe添加フッ素ハの長さ方向におけるモートフール径の分布を示す

クラフである。

【図6】第一の実施例装置を用いてF添加光ファイバを加熱したときのモードフィールド径拡大の様子を示すグラフである。

【図7】本発明の第二の実施例に係る光ファイバのモードファイナル径拡大装置の光ファイバ加熱手段だけを光ファイバの固定方向と平行な方向からみた概略図である。

【図8】モードフィールド径が異なる光ファイバを融合接続したのち、第2の実験例装置を用いて融着接続部を加熱したときの接続損失の変化を示すグラフである。

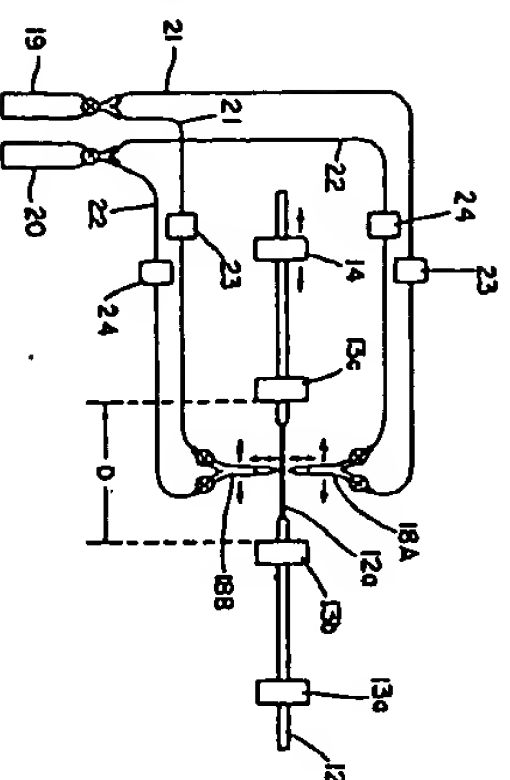
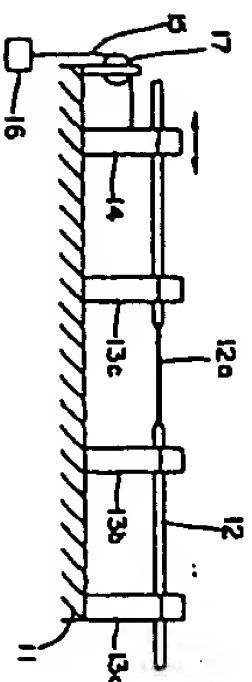
【図9】本発明の第三の実施例に係る光ファイバのモードファイナル径拡大装置の光ファイバ加熱手段だけをカプファイバの固定方向と平行な方向からみた概略図である。

【符号の説明】

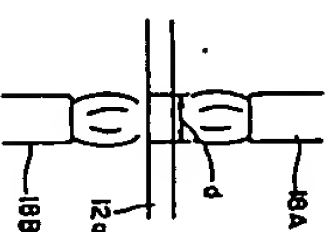
- 11 基台
- 12, 22 光フアイバ
- 12A, 12B, 12D, 12E Ge添加光フアイバ
- 20 12C F添加光フアイバ
- 13A~13C 光フアイバ固定台
- 14 可動式光フアイバ固定台
- 15 ライヤ
- 16 分岐
- 17 清浄
- 18A, 18B, 28A~28D, 38A~38C, 39A~39C マイクロバーナ
- 19 フロパンガスボンベ
- 20 酸蒸ボンベ
- 30 21, 22 配管
- 23, 24 ガス流量制御器

【圖 1】

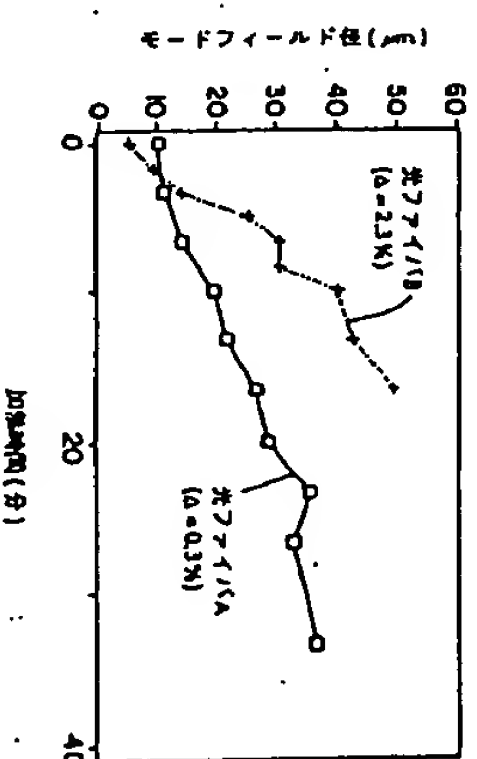
[圖 2]



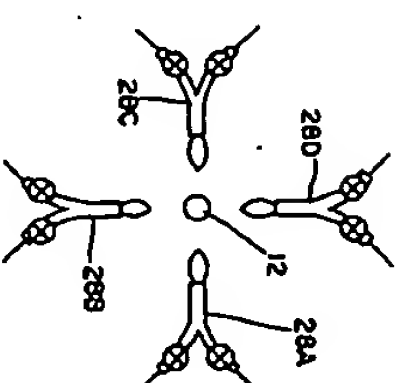
【圖】



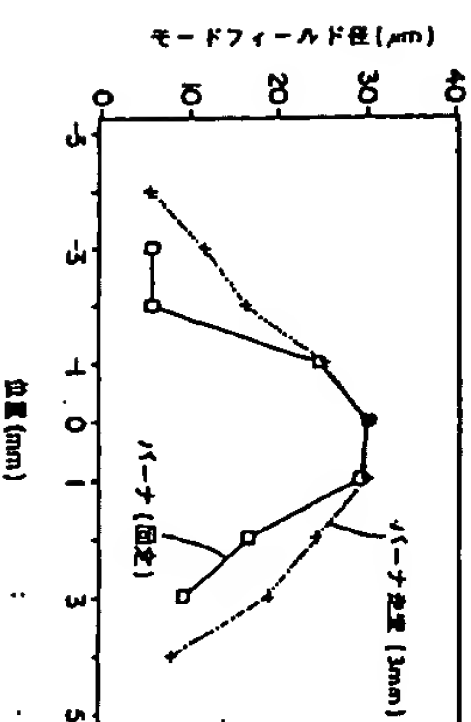
【圖】



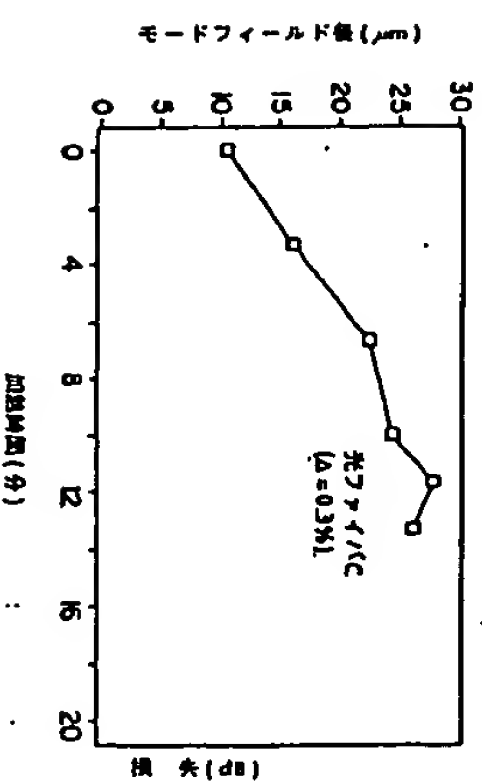
【圖7】



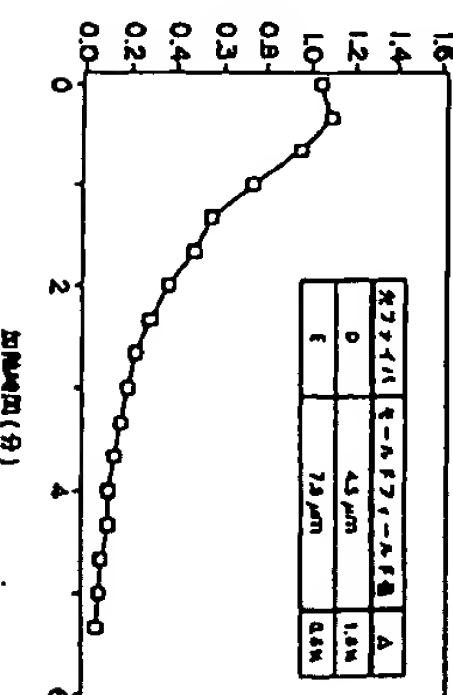
[5]



[6]



[8]



(図 9)

